

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-166287
 (43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl. H02P 6/20
 H02K 21/22
 H02K 29/00

(21)Application number : 2000-021090 (71)Applicant : KOMATSU FUMITO
 (22)Date of filing : 25.09.1998 (72)Inventor : KOMATSU FUMITO

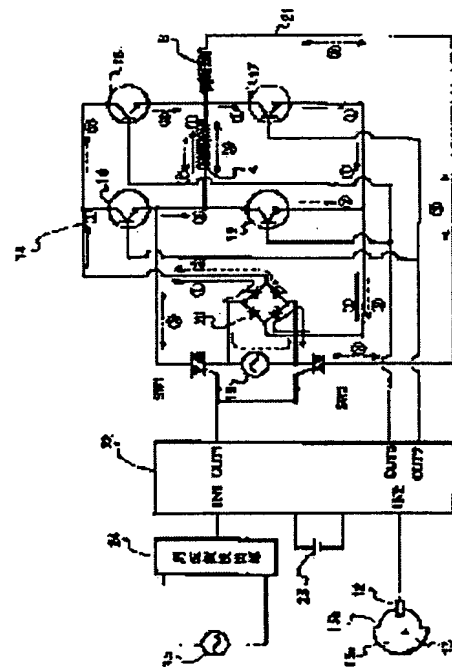
(30)Priority
 Priority number : 10190476 Priority date : 06.07.1998 Priority country : JP

(54) SYNCHRONOUS MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a synchronous motor that can reliably shift from start operation to synchronous operation, is reliable, and is compact.

SOLUTION: A microcomputer 22 performs switching control within a range where a rectification current that alternately flows to the armature coil of a starting operation circuit 14 is inverted, and suppresses input at the inverted side for a non-inverted side for starting operation, turns off first to fourth transistors 16-19 when the speed of a permanent magnet rotor being detected by a photosensor 12 reaches a speed close to a synchronous speed for a power supply frequency being detected by a power supply frequency detection part 24 and turns on triac SW 1 and SW 2 for switching to a synchronous operation circuit 21 and for shifting to a synchronous operation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-166287
(P2000-166287A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 P 6/20		H 0 2 P 6/02	3 7 1 B
H 0 2 K 21/22		H 0 2 K 21/22	M
29/00		29/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-21090(P2000-21090)
(62) 分割の表示 特願平10-271829の分割
(22) 出願日 平成10年9月25日 (1998.9.25)

(31) 優先権主張番号 特願平10-190476
(32) 優先日 平成10年7月6日 (1998.7.6)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

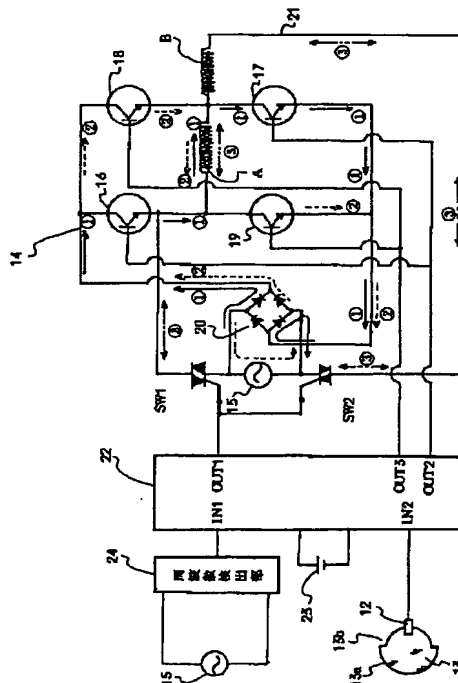
(71) 出願人 393015520
小松 文人
長野県塩尻市広丘野村1632-12
(72) 発明者 小松 文人
長野県塩尻市広丘野村1632-12
(74) 代理人 100077621
弁理士 綿貫 隆夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 同期モータ

(57) 【要約】

【課題】 起動運転から同期運転への移行を確実に
え、信頼性が高く、しかも小型化を実現した同期モータ
を提供する。

【解決手段】 マイクロコンピュータ22は、起動運転
回路14の電機子コイル9に交互に流れる整流電流が反
転する範囲内でスイッチング制御して非反転側に対して
反転側の入力を抑えて起動運転し、光センサ12により
検出された永久磁石ロータ5の回転数が電源周波数検出
部24により検出される電源周波数に対して同期回転数
付近に到達したときに、第1～第4トランジスタ16～
19をOFFにし、トライアックSW1、SW2をON
させて同期運転回路21に切り換えて同期運転に移行す
るよう制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハウジング内に出力軸を中心に回転可能に設けられた永久磁石ロータと、

前記永久磁石ロータの回転数及び磁極位置を検出する第 1 の検出手段と、

交流電源の周波数を検出する第 2 の検出手段と、

ステータコアの周囲に電機子コイルが巻回されたステータと、

前記交流電源より供給された交流電流を整流ブリッジ回路により整流し、前記永久磁石ロータの回転角度に応じ

てスイッチング手段を切り換えて前記電機子コイルへ流れる整流電流の向きを変えて前記永久磁石ロータを直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転回路と、

前記交流電源と前記電機子コイルとを短絡して、前記永久磁石ロータを交流同期モータとして同期運転する同期運転回路と、

前記交流電源と前記電機子コイルとの間に設けられ、前記起動運転回路又は前記同期運転回路へ接続を切り換える運転切換えスイッチと、

前記起動運転回路の前記電機子コイルに交互に流れる整流電流が反転する範囲内でスイッチング制御して非反転側に対して反転側の入力を抑えて起動運転し、前記第 1 の検出手段により検出された前記永久磁石ロータの回転数が前記第 2 の検出手段により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、前記運転切換えスイッチを前記同期運転回路に切り換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段とを備えたことを特徴とする同期モータ。

【請求項 2】 制御手段は、起動運転において、前記永久磁石ロータが 1 回転する間に前記電機子コイルに流れる整流電流が反転する範囲内で通電範囲を時分割によりスイッチング制御することを特徴とする請求項 1 記載の同期モータ。

【請求項 3】 前記電機子コイルへの通電方向を規定するためのスリットが周方向に形成されたセンサー板と、該スリットを検出可能な光センサーとを有する第 3 の検出手段を備えており、前記制御手段は起動運転において該光センサーの出力信号により前記電機子コイルへの通電方向を切り換え制御することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の同期モータ。

【請求項 4】 前記第 3 の検出手段は、センサー板に前記電機子コイルへの通電範囲を規定するスリットが周方向に形成されており、前記制御手段は起動運転において該光センサーの出力信号により整流電流が反転する範囲内で所定回転角度だけ前記電機子コイルへ通電するようにスイッチング制御することを特徴とする請求項 3 記載の同期モータ。

【請求項 5】 前記第 1 の検出手段は、前記電機子コイルへの通電方向及び通電範囲を各々規定するための周縁部にスリット及び遮光部が磁極間を奇数分割されて交互

に形成されたセンサー板及び該スリット及び遮光部を検出可能な光センサーを備えており、前記制御手段は起動運転において該光センサーの出力信号により前記永久磁石ロータの回転角度及び磁極位置を検出しながら前記電機子コイルへの通電方向を切り換えると共に整流電流が反転する範囲内で所定回転角度だけ前記電機子コイルへ通電するようにスイッチング制御することを特徴とする請求項 1 記載の同期モータ。

【請求項 6】 前記制御手段は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう前記運転切換えスイッチを繰返し制御することを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は請求項 5 記載の同期モータ。

【請求項 7】 前記制御手段は、起動運転より同期運転に移行する際に、前記起動運転回路に整流電流を流すためのスイッチング手段を OFF してから、運転切換えスイッチを切換えて同期運転に移行するよう制御することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 又は請求項 6 記載の同期モータ。

【請求項 8】 前記電機子コイルは A コイル及び B コイルに分割されて直列に巻回されており、起動運転回路は A コイルのみを用いて直流ブラシレスモータとして起動運転し、同期運転回路は A コイル及び B コイルを用いて交流同期モータとして同期運転することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は請求項 7 記載の同期モータ。

【請求項 9】 前記ステータコアは、主コアに前記永久磁石ロータの回転方向と逆方向に延出する補助コアが設けられており、前記主コアの透磁率は前記補助コアより大きくなるように設計されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 又は請求項 8 記載の同期モータ。

【請求項 10】 前記ステータは、前記ステータコアに装着され、前記永久磁石ロータの回転中心と直交する方向に伸びる巻芯及び該巻芯の両端にフランジを有するボビンに、前記電機子コイルが連続して巻回されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 又は請求項 9 記載の同期モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は同期モータに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、例えば OA 機器には、冷却用の DC 或いは AC ファンモータが装備されており、特に高回転数を要する機器には 2 極或いは 4 極の AC ファンモータが好適に用いられる。

【0003】発明者は既に、電機子コイルに接続する整流回路にダイオード、ブラシ、コミュテータを装備し、交流電源より供給された交流電流を整流しながら永久磁

石ロータを付勢するように回転させて直流モータとして起動運転し、永久磁石ロータの回転を同期回転付近まで立ち上げ、その時点でコミュテータを機械的に整流回路から脱除して交流電源による同期運転に切り換える同期モータを提案した(特願平7-232268号、特願平8-106929号他)。この同期モータは、2極の場合、回転数が3000rpm(50Hz)又は3600rpm(60Hz)程度の高回転数を有し、小型でしかも効率が良く汎用性も高いので、例えばACファンモータ等には好適に用いられる。

【0004】例えばアウターロータ方式の2極同期モータの構成について図13及び図14を参照して説明する。まず、ロータ側の構成について説明すると、コミュテータ51は、出力軸52の軸方向に移動可能に設けられており、後述するように起動運転から同期運転への切換えを機械的に行う。このコミュテータ51の周囲には、180°ずつ2極に着磁されたリング状の永久磁石ロータ(図示せず)が、同軸に設けられており、電機子コイル56に通電して形成される磁極との反発により起動回転する。またコミュテータ51の外周には中心角が180°より小さい導電性摺動リング53が設けられている。このコミュテータ51は、永久磁石ロータ(図示せず)が起動運転から同期回転数付近に到達すると、図示しないウェイトの遠心力によりコイルバネ(図示せず)の付勢力に抗して軸方向に移動して単相交流電源54と整流回路55との接続から電機子コイル56との接続へスイッチ57を切り換えるようになっている。

【0005】次にステータ側の構成について説明すると、電機子コイル56は、Aコイル及びBコイルを有する2つのコイルセグメントから成っている。このAコイル及びBコイルは、モータの回転方向に合わせて所定の巻き方向に所定の巻数で図示しないボビンに巻き付けられている。給電ブラシ58a、58bは、コミュテータの外周に設けられた導電性摺動リング53に摺接して交互に給電を行うため、180°位相が異なる位置に対向配置されている。また、A側受電ブラシ59a、59bはAコイルに整流電流を供給するものであり、B側受電ブラシ60a、60bはBコイルに整流電流を供給するものである。このA側受電ブラシ59a、59b及びB側受電ブラシ60a、60bは、少なくとも一方が導電性摺動リング53に摺接して交互に受電が行われるため、ほぼ180°位相が異なる位置に対向配置されている。A側受電ブラシ59a、59b及びB側受電ブラシ60a、60bにはダイオード61a、61b及びダイオード62a、62bにより単相交流電源54からの交流電流を半波整流してA、Bコイルにそれぞれ供給する。給電ブラシ58a、58b、A側受電ブラシ59a、59b及びB側受電ブラシ60a、60bは、ハウジング63に設けられた導電性を有する板バネ64a、64b、板バネ65a、65b及び板バネ66a、66

bによって径方向中心に付勢されており、導電性摺動リング53に摺接可能になっている。

【0006】電機子コイル56に接続する整流回路55に交流電源54より供給された交流電流を整流しながら永久磁石ロータ(図示せず)を付勢するように回転させて直流モータとして起動運転し、該永久磁石ロータの回転を同期回転付近まで立ち上げ、その時点でコミュテータ51を機械的に整流回路55から脱除してスイッチ57を切り換えて交流電源54と電機子コイル56を短絡して永久磁石ロータ(図示せず)を同期運転に移行するようになっている。尚、図13においてC1、C2、C3はサージ電流を吸収するためのコンデンサである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した特願平7-232268号、特願平8-106929号などに開示された同期モータは、直流モータで同期回転数付近まで起動運転し、同期回転数付近に到達するとコミュテータ51を機械的に軸方向にスライドさせることで整流回路55との接続を切り離すようスイッチ57の切換えを行うように設計されていたため、モータの消費電力効率は従来の誘導モータに比べて格段に向上できるメリットがある反面、部品点数が多く機械的に複雑化するうえに、モータを小型化する上で限界があった。また、起動運転から1回の同期引き込み動作で同期運転に移行すればよいが、コミュテータのスライドによる切換えがスムーズに行われなかったり、負荷によっては脱調して起動運転から再度立ち上げ直す必要があり切換え動作の確実性に問題点があった。また、複数のブラシと導電性摺動リングとの接離動作を繰り返すため、ブラシの摩耗や摺接が不十分となり易く、50W以上の高出力のモータにおいては起動運転において電流方向を切り換えるとスパークが発生し易く、同期モータの安全性、信頼性に問題点があった。

【0008】本発明は上記従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、時代の要請に応える省エネタイプの同期モータを実現するために、起動運転から同期運転への移行を確実にし、信頼性も高く、しかも小型化を実現した同期モータを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を達成するため次の構成を有する。すなわち、ハウジング内に出力軸を中心に回転可能に設けられた永久磁石ロータと、永久磁石ロータの回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段と、交流電源の周波数を検出する第2の検出手段と、ステータコアの周囲に電機子コイルが巻回されたステータと、交流電源より供給された交流電流を整流ブリッジ回路により整流し、永久磁石ロータの回転角度に応じてスイッチング手段を切り換えて電機子コイル

へ流れる整流電流の向きを変えて永久磁石ロータを直流ブラシレスモータとして起動運転する起動運転回路と、交流電源と電機子コイルとを短絡して、永久磁石ロータを交流同期モータとして同期運転する同期運転回路と、交流電源と電機子コイルとの間に設けられ、起動運転回路又は同期運転回路へ接続を切り換える運転切換えスイッチと、起動運転回路の電機子コイルに交互に流れる整流電流が反転する範囲内でスイッチング制御して非反転側に対して反転側の入力を抑えて起動運転し、第1の検出手段により検出された永久磁石ロータの回転数が第2の検出手段により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、運転切換えスイッチを同期運転回路に切り換えて同期運転に移行するよう制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。上記構成によれば、制御手段は、交流電源より整流ブリッジ回路を経て電機子コイルに交互に流れる整流電流の通電方向及び通電範囲をスイッチング制御して起動運転し、第1の検出手段により検出された永久磁石ロータの回転数が第2の検出手段により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、運転切換えスイッチを同期運転回路へ切り換えて同期運転に移行するよう制御するので、起動運転から同期運転への移行が確実かつスムーズに行える。また、起動運転回路にブラシやコミュテータが不要であるため、起動運転において電流方向を切り換える際にスパークの発生を防止して信頼性、安全性が高く、任意の電源周波数に対して同期運転可能な同期モータを提供できる。また、従来のようにコミュテータやブラシやスイッチなどの機械部品を省略でき、スイッチング手段の構成も簡略化できるので、モータの小型化も促進でき、製造コストも低減できる。

【0010】また、制御手段は、起動運転において、永久磁石ロータが1回転する間に電機子コイルに流れる整流電流が反転する範囲内で通電範囲を時分割によりスイッチング制御するようにしても良い。また、電機子コイルへの通電方向を規定するためのスリットが周方向に形成されたセンサー板と、該スリットを検出可能な光センサーとを有する第3の検出手段を備え、制御手段は起動運転において該光センサーの出力信号により電機子コイルへの通電方向を切り換え制御するようにしても良く、更にはセンサー板に電機子コイルへの通電範囲を規定するスリットが周方向に形成されていて、制御手段は起動運転において光センサーの出力信号により整流電流が反転する範囲内で所定回転角度だけ電機子コイルへ通電するようにスイッチング制御するようにしても良い。また、第1の検出手段は、電機子コイルへの通電方向及び通電範囲を各々規定するための周縁部にスリット及び遮光部が磁極間を奇数分割されて交互に形成されたセンサー板及び該スリット及び遮光部を検出可能な光センサーを備えており、制御手段は起動運転において該光センサーの出力信号により永久磁石ロータの回転角度及び磁極

位置を検出しながら電機子コイルへの通電方向を切り換えると共に整流電流が反転する範囲内で所定回転角度だけ電機子コイルへ通電するようにスイッチング制御するようにしても良い。また、制御手段は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう運転切換えスイッチの繰り返し制御を行うことにより、動作信頼性、安定性の高い同期モータを提供することができる。また、制御手段は、起動運転より同期運転に移行する際に、起動運転回路に整流電流を流すためのスイッチング手段をOFFしてから、運転切換えスイッチを切換えて同期運転に移行するよう制御すると、起動運転回路のショートを防止して同期運転に移行することができる。また、電機子コイルは消費電力効率を無視すれば単一のコイルを用いても良いが、Aコイル及びBコイルに分割されて直列に巻回されていても良い。この場合、起動運転回路はAコイルのみを用いて直流ブラシレスモータとして起動運転し、同期運転回路はAコイル及びBコイルを用いて交流同期モータとして同期運転することにより、消費電力効率も向上し、同期運転に必要な負荷に見合ったトルクも得られる。また、ステータコアは主コアに永久磁石ロータの回転方向と逆方向に延出する補助コアが設けられており、主コアの透磁率は補助コアより大きくなるように設計された場合には、起動時における永久磁石ロータの回転死点を解消して回転方向性を安定化することが可能である。また、ステータは、ステータコアに装着され、永久磁石ロータの回転中心と直交する方向に伸びる巻芯及び該巻芯の両端にフランジを有するボビンに、Aコイル及びBコイルが連続して巻回されている場合には、ステータコアを挿通する出力軸による無駄な空間が生じないので、巻芯エリアを拡大して占積率を高め、モータの出力効率を高めることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。本実施例では、同期モータのうち2極同期モータを用いて説明するものとする。図1は2極同期モータの起動運転回路及び同期運転回路の説明図、図2(a)(b)は2極同期モータのハウジング内に装備された永久磁石ロータの外観図及び2極同期モータの上視図、図3(a)～(d)は2極同期モータ正断面説明図、上ハウジングの内視図、底面図及びステータコイルの上視図、図4(a)は電源交流波形、図4(b)は整流波形、図4(c)は時分割制御による電機子コイルに印加される電圧波形と永久磁石ロータの回転角度との関係を示すグラフ図、図4(d)は回転角度制御による電機子コイルに印加される電圧波形と永久磁石ロータの回転角度との関係を示すグラフ図、図5は回転角度制御における光センサーとセンサー板の構成を示す説明図である。

【0012】先ず、図2及び図3を参照して2極同期モ

ータの全体構成について説明する。図 2 (a) において、1 は回転子及び固定子を収容するハウジング本体であり、その上下は上ハウジング 2 及び下ハウジング 3 により覆われている。ハウジング 1 内には出力軸 4 を中心に永久磁石ロータ 5 が回転可能に内蔵されている。出力軸 4 は上ハウジング 2 及び下ハウジング 3 において、ベアリング軸受 6、7 により回転可能に支持されている。このベアリング軸受 6、7 としては、電機子コイルに形成される磁界の乱れを考慮して、非磁性の材料、例えばステンレスが好適に用いられる。また、図 3 (c) に示すように、下ハウジング 3 には、後述する電機子コイル 9 に配線するための配線用穴 3 a が形成されている。

【0013】また、永久磁石ロータ 5 は、筒状のロータヨーク 5 a の内壁に N 極及び S 極にほぼ 180° ずつで着磁されたリンク状のマグネット 5 b が保持されている。この永久磁石ロータ 5 は電機子コイルに通電して形成される磁極との反発により出力軸 4 を中心に起動回転するようになっている。このマグネット 5 b としては、例えば、フェライト、ゴムマグネット、プラスチックマグネット、サマリウムコバルト、希土類のマグネット、ネオジ鉄ボロンなどを原材料として安価に製造することができる。

【0014】図 3 (a) において、永久磁石ロータ 5 に囲まれた空間部には、ステータコア 8 の周囲に A コイル及び B コイルが直列に巻回された電機子コイル 9 を有するステータ 10 が内蔵されている。このステータコア 8 は、図 3 (d) に示すように、主コア 8 a と該主コア 8 a の周囲には永久磁石ロータ 5 の回転方向と逆方向に延出する補助コア 8 b が設けられている。また、主コア 8 a の透磁率は補助コア 8 b より大きくなるように設計されており、主コア 8 a はケイ素鋼板よりなる積層コアが好適に用いられ、補助コア 8 b としては SPC 材（冷間圧延鋼板）が好適に用いられる。永久磁石ロータ 5 は各磁極が主コア 8 a と補助コア 8 b との磁気抵抗が最小になる位置（即ち、主コア 8 a と対向する位置より補助コア 8 b 側にずれた位置）で停止するようになる。よって、起動時におけるトルクの死点を解消することができ、永久磁石ロータ 5 の起動時の回転方向性を安定化することができる。また、ステータコア 8 はボビン 11 と一体に嵌め込まれ、該ボビン 11 の周囲には電機子コイル 9 が A コイル及び B コイル毎に各々分けることなく連続して巻回されている。このように、ボビン 11 に対して巻芯エリアを広く確保して占積率を高めて巻回されているので、2 極 3 スロット型のモータに比べて電機子コイル 9 の巻数を増やして、モータの出力効率の向上に寄与できる。

【0015】図 2 (a) 及び図 3 (a) において、上ハウジング 2 内には、永久磁石ロータ 5 の回転数及び磁極位置を検出する第 1 の検出手段として光センサ 12 が装備されている。この光センサ 12 は、例えば投光用光源

と受光素子を備えた光検出素子 12 a と、マグネット 5 b の磁極位置に応じて遮光部 13 a と透光部 13 b とが 180° ずつ形成された回転円板 13 とを装備している。回転円板 13 は、永久磁石ロータ 5 と一体に取り付けられており、これらは出力軸 4 を中心に一体となって回転する（図 3 (b) 参照）。光センサ 12 は回転円板 13 により永久磁石ロータ 5 の回転数及び磁極位置を検出するもので、光検出素子 12 a は回転数に応じたパルスが発生させ、磁極位置に応じて後述する制御手段により所定のタイミングで起動運転回路 14 をスイッチング制御したりする。光検出素子 12 a は、図 2 (a)

(b) に示すように、上ハウジング 2 の内壁に螺子止めにより固定されている。尚、光センサ 12 は、光透過型に限らず、反射型のセンサを用いても良い。また、光センサ 12 の他の回転数検出手段として、ホール素子、磁気抵抗素子、コイルなどを用いた磁気センサ、高周波誘導による方法、キャパシタンス変化による方法など様々をものが適用可能である。

【0016】次に、2 極同期モータを起動運転する起動運転回路、同期運転回路及びこれらの回路をスイッチング制御する制御手段の構成について図 1 を参照して説明する。図 1 において、起動運転回路 14 は、単相交流電源 15 の交流電流を整流ブリッジ回路 20 により整流し、永久磁石ロータ 5 の回転角度に応じてスイッチング手段を切り換えて整流電流の向きを変えるように電機子コイル 9 のうち A コイルのみへ通電して永久磁石ロータ 5 を直流ブラシレスモータとして起動運転する。同期運転回路 21 は、交流電源 15 と電機子コイル 9 とを短絡して、永久磁石ロータ 5 を交流同期モータとして同期運転する。交流電源 15 と A コイル、B コイルとの間には運転切換えスイッチとしてトライアック SW1、SW2 が各々設けられている。このトライアック SW1、SW2 は、交流電流の極性にかかわらずゲートパルスを印加することにより ON/OFF して、起動運転回路 14 又は同期運転回路 21 へ接続が切換えられる。

【0017】図 1 において、A コイルと整流ブリッジ回路 20 との間にはスイッチング手段として第 1、第 2 トランジスタ 16、17 が各々直列に接続されている。また A コイルと整流ブリッジ回路 20 との間にはスイッチング手段として第 3、第 4 トランジスタ 18、19 が各々直列に接続されている。

【0018】22 は制御手段としてのマイクロコンピュータであり、起動運転においてスイッチング制御により起動運転回路 14 に流れる電流量や電流方向を制御したり、起動運転から同期運転へ移行する際の運転切換えスイッチの切換え制御などを行う。23 はマイクロコンピュータ駆動用の低電圧電源である。即ち、起動運転回路 14 の各スイッチング手段を制御し、A コイルに流れる整流電流の電流方向を交互に切換えて非反転側に対して反転側の入力を抑えて起動運転し、光センサ 12 により

検出された永久磁石ロータ5の回転数が同期回転数付近に到達したときに、第1～第4トランジスタ16～19をOFFにし、トライアックSW1、SW2をONさせて同期運転回路21に切り換えて同期運転に移行するよう制御する。

【0019】具体的には、マイクロコンピュータ22には、第2の検出手段としての電源周波数検出部24により交流電源15の周波数が検出されて入力端子IN1に入力される。また、光センサ12により、永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出されて入力端子IN2 10に入力される。また、出力端子OUT1よりトライアックSW1、SW2への切換え信号が出力され、出力端子OUT2及び出力端子OUT3より第1、第2トランジスタ16、17及び第3、第4トランジスタ18、19を各々ON/OFFさせるための出力信号が出力される。マイクロコンピュータ22は、光センサ12により検出された永久磁石ロータ5の磁極位置にタイミングを合わせて、0°～180°の回転角度範囲では、出力端子OUT2よりベース電流を出力して第1、第2トランジスタ16、17のみONさせ（このとき起動運転回路14には実線矢印①に示す整流電流が流れる）、180°～360°の回転角度範囲では出力端子OUT3より 20ベース電流を出力して第3、第4トランジスタ18、19のみONさせて（このとき起動運転回路14には破線矢印②に示す整流電流が流れる）、Aコイルに流れる整流電流の向きを180°ずつ切り換える。

【0020】また、光センサ12により検出される永久磁石ロータ5の回転数が電源周波数検出部24により検出される交流電源15の周波数に近づくと、第1～第4トランジスタ16～19を全てOFFさせて、トライア 30ックSW1、SW2をONにする切換え信号が出力されて、同期運転回路21に二点鎖線矢印③に示す交流電流が流れる。

【0021】ここで、起動運転回路14に整流電流①、②が流れる場合について図1を参照して具体的に説明する。永久磁石ロータ5の回転角度が0°～180°の範囲では、出力端子OUT2よりベース電流を出力して、第1、第2トランジスタ16、17が同時にON状態になる。このとき、Aコイルには整流ブリッジ回路20を経て整流電流①が流れる。また、永久磁石ロータ5の回 40転角度が180°～360°の範囲では、出力端子OUT3よりベース電流を出力して、第3、第4トランジスタ18、19が同時にON状態になる。このとき、Aコイルには整流ブリッジ回路20を経て整流電流②が流れる。

【0022】また、マイクロコンピュータ22は、永久磁石ロータ5が1回転する間に、Aコイルに流れる整流電流が反転波形となる範囲（図4（b）及び（c）の正弦波形のうち破線部）において通電角度範囲を時分割によりスイッチング制御する。図1に示す起動運転回路1 50

4においてAコイルに流れる整流電流が①に流れ出す向きを+側とし、②に流れ出す向きを-側としてAコイルに印加される電圧波形を図4（c）に示す。尚、図4において斜線部は通電角度範囲を示すものとする。

【0023】マイクロコンピュータ22は、起動運転において永久磁石ロータ5の回転角度が180°～360°の範囲で予め設定された時間分割に従って起動運転回路14の第3、第4トランジスタ18、19をスイッチング制御する。永久磁石ロータ5の回転角度は、光センサ12により回転円板13の遮光部13a及び透光部13bを検出することにより得られる。例えば、図4（c）に示すように、Aコイルに反転波形となる整流電流②が流れる通電範囲において、マイクロコンピュータ22は、出力端子OUT3より任意の時間分割でベース電流を出力して、第3、第4トランジスタ18、19をON/OFFさせてスイッチング制御を行う。このように、Aコイルに交互に流れる整流電流が反転する範囲内で非反転側に対して反転側の入力を抑え、永久磁石ロータ5の回転数が電源周波数の本来の電流方向（反転しない電流方向）に収斂するように起動運転する。そして、永久磁石ロータ5の回転数が増加するにしたがって、該永久磁石ロータ5の回転角度にタイミングを合わせて第3、第4トランジスタ18、19のON/OFFさせることにより同期回転数付近まで立ち上げる。

【0024】そして、永久磁石ロータ5が同期回転数付近に到達したことを光センサ12により検出すると、図1においてマイクロコンピュータ22は第1～第4トランジスタ16～19を全てOFFしてから、トライア 30ックSW1、SW2をONして起動運転回路14から同期運転回路21へ切換える。このとき、電機子コイル9には、Aコイル及びBコイルが直列で図1の二点矢印③に示す交流電流が流れ、該電機子コイル9の磁極の変化に同期して永久磁石ロータ5は回転し、交流同期モータとして回転駆動される。電機子コイル9には、Aコイル及びBコイルが直列に連結されているため、同期運転に必要なトルクを発生させるだけの負荷に見合った交流電流が流れる。尚、第1～第4トランジスタの回路的なショートを防止するため、第1～第4トランジスタ16～19をOFFにしてからトライアックSW1、SW2をONするようにしている。尚、反転電流側の入力を抑制しないと整流ブリッジ回路20により本来の電流方向と反転電流方向とで各々50%の確率で同期運転に移行する動作をするため、反転電流方向で同期運転に移行した場合には脱調して再起動を繰り返すことになる。このような、不具合を防止するため、反転電流側を抑制してい 50

【0025】また、同期モータが負荷の変動などにより脱調した場合には、マイクロコンピュータ22は一旦永久磁石ロータ5の回転数が同期回転移行時より所定値まで落ち込んだ後起動運転に移行し、再度同期運転に移行

するよう繰り返し制御を行うようになっている。例えば、電源周波数が60Hzで駆動する2極同期モータの場合、起動運転から同期運転へ移行する際の永久磁石ロータ5の回転数のしきい値を3550rpmに設定し、同期運転に入らずに脱調したときに起動運転へ移行する際の永久磁石ロータ5の回転数のしきい値を3200rpmに設定して繰り返し制御することにより、安定したモータの駆動動作が実現できる。起動運転から同期運転へ、同期運転から起動運転へ移行する際のしきい値は、各モータの出力特性、用途、サイズなどにより最適な値を設定すれば良い。

【0026】また、本実施例に示す2極同期モータは、起動運転から同期運転への移行動作をマイクロコンピュータ22に制御されて行われるため、電源周波数が50Hz、60Hz、100Hz等に変化しても細かい機械設計を変更することなく同一の2極同期モータを用いることができるので、極めて汎用性の高い同期モータを提供することができる。

【0027】また、起動運転においてAコイルに交互に流れる整流電流が反転する範囲で、スイッチング制御する他の構成について説明する。永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出する光センサ12及び回転円板13（第1の検出手段）の他に、図5に示すように、Aコイルへ通電する通電方向及び通電範囲を各々規定するスリット25a、25bが形成されたセンサ板25及び光センサー26a、26b（第3の検出手段）を備えていても良い。スリット25aはAコイルの通電方向を決定するものとし、光センサー26aにより検出結果に応じた出力信号を出力する。スリット25bはAコイルの通電範囲を決定するものとし、光センサー26bにより検出結果に応じた出力信号を出力する。

【0028】この光センサー26a、26bの検出信号に基づいて、マイクロコンピュータ22は、起動運転においてAコイルに流れる整流電流が180°毎に反転する範囲において、第3、第4トランジスタ18、19をON/OFFし、このときAコイルには、例えば図4（d）に示す整流電流が流れる。図4（d）に示すように、永久磁石ロータ5の回転方向に対して180°のうち前後30°だけAコイルに反転電流は流れないように規制されている。この場合、Aコイルに対する通電方向及び通電範囲をセンサ板25により規定しているため、マイクロコンピュータ22により煩雑なスイッチング動作をする必要がなくなるため、制御動作を簡略化できる。尚、センサ板25にAコイルに対する通電方向を規定するスリット25aのみが形成され、該スリット25aを検出する光センサー26aのみを備えて、通電範囲は整流電流が180°反転する範囲においてマイクロコンピュータ22が時分割によりスイッチング制御するようにしても良い。

【0029】上記2極同期モータを用いれば、マイクロ

コンピュータ22は、交流電源15より整流ブリッジ回路20を経て電機子コイル9に流れる整流電流の通電方向及び通電範囲をスイッチング制御して非反転側に対して反転側の入力を抑えて起動運転し、光センサ12により検出された永久磁石ロータ5の回転数が電源周波数検出部25により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、トライアックSW1、SW2をONして同期運転回路21へ切り換えて同期運転に移行するよう制御するので、起動運転から同期運転への移行が確実かつスムーズに行える。また、起動運転回路14にブラシやコミュテータが不要であるため、起動運転において電流方向を切り換える際にスパークの発生を防止して信頼性、安全性の高く、任意の電源周波数に対して同期運転可能な同期モータを提供できる。また、従来のようにコミュテータやブラシなどの機械部品を省略でき、スイッチング手段の構成も簡略化できるので、モータの小型化も促進でき、製造コストも低減できる。また、マイクロコンピュータ22は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう繰り返し制御を行うことにより、動作信頼性、安定性の高い同期モータを提供することができる。また、ステータコア8は、主コア8aに永久磁石ロータ5の回転方向と逆方向に延出する補助コア8bが設けられており、該主コア8aの透磁率は該補助コア8bより大きくなるように設計された場合には、起動運転における永久磁石ロータ5の回転死点を解消して回転方向性を安定化することが可能である。また、ステータコア8は2極3スロット型のモータにおいてスロットに電機子コイル9を収納する場合に比べて巻芯エリアを広く確保して占積率を高められるので、電機子コイル9の巻数を増やして、モータの出力効率を高めることができる。

【0030】また、2極同期モータに限定されるが、図6（a）に示すように、永久磁石ロータ5は、出力軸4の一端がロータヨーク5aに連繋しており、ロータヨーク5aにロータヨーク受け部材38が連繋している。また、ステータ10は、ステータコア8がステータ固定部材39に固定されており、該ステータ固定部材39は下ハウジング3に嵌め込まれている。永久磁石ロータ5は、上ハウジング2に設けられたベアリング軸受6及びロータヨーク受け部材38と下ハウジング3との間に設けたベアリング軸受7を介して回転可能になっている。図6（b）に示すように、ステータコア8に装着され、永久磁石ロータ5の回転中心と直交する方向に伸びる巻芯11a及び該巻芯11aの両端にフランジ11bを有するボビン11に、Aコイル及びBコイルが連続して巻回されている。よって、ステータコア8に出力軸4が挿通するための無駄な空間が生じないので、巻芯エリアを拡大して占積率を更に高め、モータの出力効率を高めることができる。

【0031】本発明に係る同期モータは、2極同期モータに限らず図7及び図8に示すように4極同期モータについても適用可能である。尚、前述した2極同期モータと同一部材には同一番号を付して説明を援用するものとする。図7において、永久磁石ロータ27はロータヨーク27aの内壁にN極、S極が交互に90°ずつ合計4極に着磁されたリング状のマグネット27bが保持されている。

【0032】また、図8において、4極同期モータのステータコア28は十字状の主コア（積層コア）28aの各端部に永久磁石ロータ27の回転方向と逆方向に延出する補助コア28bが設けられており、起動時におけるトルクの死点を解消している。また、ステータコア28はボビン29と一体に嵌め込まれ、該ボビン29の周囲には主コア28aの一方の長手方向に電機子コイル9がAコイルとBコイルを4極構造になるように出力軸4を中心に両側のボビン29に互いに反対向きに巻き付けられている。

【0033】また、図9に示すように、回転円板30には、マグネット27bの磁極位置に応じて遮光部30aと透光する透光部30bとが90°ずつ交互に形成されている。回転円板30は、永久磁石ロータ27と一体に取り付けられており、これらは出力軸4を中心に一体となって回転する。光センサ12は回転円板30により永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出する。4極同期モータは、永久磁石ロータ5が90°回転する毎に電機子コイル9に形成される磁極が変化するため、起動運転する際に電機子コイル9に流れる電流の向きを永久磁石ロータ27が90°回転する毎にスイッチング制御により切り換える必要がある。

【0034】また、上述した2極同期モータ及び4極同期モータは、アウターロータ方式について説明したが、これに限定されるものではなく、インナーロータ方式であっても良い。例えば8極同期モータについて図10(a)(b)を参照して説明する。図10(a)は永久磁石ロータの軸断面説明図、図10(b)は永久磁石ロータを取り外したステータの一部断面説明図である。

【0035】図10(b)において、31、32は固定子及び回転子を収容するステータヨークでありハウジングを兼用して2分割可能に形成されている。ステータヨーク31、32内には出力軸33を中心に永久磁石ロータ34が回転可能に内蔵されている。出力軸33はステータヨーク31、32において、図示しないベアリング軸受により回転可能に支持されている。

【0036】また、図10(a)において、永久磁石ロータ34は、出力軸33に嵌め込まれたマグネット固定部材35aの周囲にN極及びS極にはば45°ずつ着磁されたリング状のマグネット35bが保持されている。この永久磁石ロータ34は電機子コイルに通電して形成される磁極との反発により出力軸33を中心に起動回転

するようになっている。永久磁石ロータ34の外側には、ステータヨーク31、32内にボビン36が嵌め込まれており、該ボビン36にはAコイル及びBコイルの2つのコイルセグメントに分割された電機子コイル37が巻き付けられている。

【0037】また、図10(b)に示すように、ステータヨーク31、32の周縁部には、周方向に8か所に主コア31a、32aが軸方向に交互に折り曲げ形成されている。この主コア31a、32aには永久磁石ロータ34の回転方向と逆方向に延出する補助コア31b、32bが各々形成されており、起動時におけるトルクの死点を解消している。また、ステータヨーク31、32内には永久磁石ロータ34の回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段として光センサ（図示せず）が装備されている。光センサは出力軸33に取り付けられた回転円板（図示せず）により永久磁石ロータ34の回転数を検出し、図示しないマイクロコンピュータは電機子コイル37のうちAコイルに流れる整流電流の向きや電流量をスイッチング制御により制御する。

【0038】また、永久磁石ロータ5の回転数及び磁極位置を検出する第1の検出手段の他例について、図11及び図12を参照して説明する。センサー板40は、円板形状をしており、Aコイルへの通電方向及び通電範囲を各々規定するため、周縁部に遮光部40aとスリット40bとが磁極間を奇数分割して交互に形成されている。センサー板40は光センサー12の検出位置においてN極位置又はS極位置に対応して停止する。

【0039】センサー板40のスリット40bは、2極の場合永久磁石ロータ5が180°対向して着磁されているので、180°を奇数分割（図11では13分割）することより、光センサー12の検出位置において必ずスリット40bと遮光部40aとが対向配置するように形成されている。よって、永久磁石ロータ5がN極側で停止しているのか、S極側で停止しているのかを確実に判定できるようになっている（図11参照）。また、4極の場合、永久磁石ロータ5が90°毎にN極、S極に着磁されているので、90°を奇数分割（図12では13分割）することより、光センサー12の検出位置において必ずスリット40bと遮光部40aとが交互に配置するように形成されている。よって、永久磁石ロータ5がN極側で停止しているのか、S極側で停止しているのかを確実に判定できるようになっている（図12参照）。

【0040】光センサー12は、例えば図11において、N極の位置で停止している場合（センサーON）には、永久磁石ロータ5の回転方向が順方向となるように、マイクロコンピュータ22はAコイルに図1の矢印①に示す方向に整流電流を流して、起動回転させる。また、S極の位置で停止している場合（センサーOFF）には、永久磁石ロータ5の回転方向が順方向となるよう

に、マイクロコンピュータ 22 は A コイルに図 1 の矢印 ② に示す方向に整流電流を流して、起動回転させる。また、A コイルへの通電方向の切換えは、センサー板 40 のスリット 40b を光センサー 12 によりカウントして行われ、永久磁石ロータ 5 の回転角度が $0^\circ \sim 180^\circ$ では第 1、第 2 トランジスタ 16、17 のみを同時に ON させ、 $180^\circ \sim 360^\circ$ では第 3、第 4 トランジスタ 18、19 のみを同時に ON させて切換え制御する。また、A コイルへの通電範囲は、整流電流が反転する範囲において、N 極側又は S 極側に対応するセンサー板 40 の一部のスリット 40b の数だけ光センサー 12 によりカウントして、所定回転角度だけ A コイルへ通電するよう第 3、第 4 トランジスタ 18、19 を ON/OFF させて通電抑制制御する。このように、単一のセンサー板 40 と光センサー 12 の組み合わせで、永久磁石ロータ 5 の回転数、回転角度、磁極位置、A コイルへの通電方向及び通電範囲などの種々の情報を検出して制御動作が行えるので、部品点数が少なく、モータの構成を簡略化して小型化できる。

【0041】上記センサー板 40 は、2 極、4 極同期モータの場合について説明したが、スリットと遮光部とが磁極間で奇数分割されて形成されていれば、これらに限定されるものではない。一般に、センサー板の分割角度 $= (360^\circ / \text{極数}) / \text{奇数}$ により設計されていれば、6 極以上のモータに対しても適用可能である。尚、電機子コイル 9 に流れる整流電流を規制する反転波形側の通電範囲は、マイクロコンピュータ 22 により任意に設定することが可能である。また、本方式は、光センサーに限定されるものではなく、例えば多極着磁された円筒マグネットを用い、ホール素子にて検出する方式でも良い。

【0042】本発明に係る同期モータは、モータを駆動制御するマイクロコンピュータ 22 を一体に装備している場合であっても、或いは同期モータが用いられる電機機器の装置本体に内蔵した制御回路の一部（交流電源、起動運転回路、同期運転回路などを含む）を用いてモータを駆動制御するタイプのいずれであっても良い。また、一般にインダクター方式とよばれる同期モータや平盤状のマグネットとコイルを円板上で対向させた平面对向方式の同期モータなどにも本発明を広く適用できる。また、本発明に係る同期モータには、従来一般的に使われている誘導型モータのように、過負荷時の安全を保証するために、動作中に常に通電する回路部分に温度ヒューズやバイメタル式の高温検出スイッチを組み込むこともできる。また、電機子コイル 9 は、A コイル及び B コイルに分割したものに限らず、消費電力効率を無視すれば単一のコイルを用いても良い等、発明の精神を逸脱しない範囲で多くの改変をなし得る。

【0043】

【発明の効果】本発明の同期モータを用いると、制御手

段は、交流電源より整流ブリッジ回路を経て電機子コイルに交互に流れる整流電流の通電方向及び通電範囲をスイッチング制御して起動運転し、第 1 の検出手段により検出された永久磁石ロータの回転数が第 2 の検出手段により検出される電源周波数に対して同期回転数付近に到達したときに、運転切換えスイッチを同期運転回路へ切り換えて同期運転に移行するよう制御するので、起動運転から同期運転への移行が確実かつスムーズに行える。また、起動運転回路にブラシやコミュテータが不要であるため、起動運転において電流方向を切り換える際にスパークの発生を防止して信頼性、安全性の高い同期モータを提供できる。また、従来のようにコミュテータやブラシ、スイッチなどの機械部品を省略できるので、モータの小型化も促進でき、製造コストも低減できる。また、制御手段は、同期モータが脱調した場合に、同期運転から一旦起動運転に移行した後、再度同期運転に移行するよう運転切換えスイッチの繰り返し制御を行うことにより、動作信頼性、安定性の高い同期モータを提供することができる。また、制御手段は、起動運転より同期運転に移行する際に、起動運転回路に整流電流を流すためのスイッチング手段を OFF してから、運転切換えスイッチを切換えて同期運転に移行するよう制御すると、起動運転回路のショートを防止して同期運転に移行することができる。また、ステータコアは主コアに永久磁石ロータの回転方向と逆方向に延出する補助コアが設けられており、主コアの透磁率は補助コアより大きくなるように設計された場合には、起動時における永久磁石ロータの回転死点を解消して回転方向性を安定化することが可能である。また、ステータは、ステータコアに装着され、永久磁石ロータの回転中心と直交する方向に伸びる巻芯及び該巻芯の両端にフランジを有するボビンに、A コイル及び B コイルが連続して巻回されている場合には、ステータコアを挿通する出力軸による無駄な空間が生じないので、巻芯エリアを拡大して占積率を高め、モータの出力効率を高めることができる。また、同期モータは、起動運転から同期運転への移行動作をマイクロコンピュータに制御されて行われるため、電源周波数が 50 Hz、60 Hz、100 Hz 等に変化しても細かい機械設計を変更することなく同一の同期モータを用いることができるので、極めて汎用性の高い同期モータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】2 極同期モータの起動運転回路及び同期運転回路の説明図である。

【図 2】2 極同期モータのハウジング内に装備された永久磁石ロータの外観図及び 2 極同期モータの上視図である。

【図 3】2 極同期モータ正断面説明図、上ハウジングの内視図、底面図及びステータコイルの上視図である。

【図 4】電源交流波形、整流波形、時分割制御による電

17

機子コイルに印加される電圧波形と永久磁石ロータの回転角度との関係を示すグラフ図及び回転角度制御による電機子コイルに印加される電圧波形と永久磁石ロータの回転角度との関係を示すグラフ図である。

【図5】回転角度制御における光センサとセンサ板の構成を示す説明図である。

【図6】他例に係る2極同期モータ正断面説明図及びステータコイルの上視図である。

【図7】4極同期モータの一部破断説明図である。

【図8】4極同期モータの軸断面説明図である。

【図9】4極同期モータの光センサに装備される回転円板の説明図である。

【図10】8極同期モータの永久磁石ロータの軸断面説明図及び永久磁石ロータを取り外したステータの一部断面説明図である。

【図11】他例にかかる2極同期モータ用の光センサとセンサ板の構成を示す説明図である。

【図12】他例にかかる4極同期モータ用の光センサとセンサ板の構成を示す説明図である。

【図13】従来の2極同期モータの構成に示す回路図である。

【図14】従来の2極同期モータの起動運転回路に備えたブラシの配置構造を示す説明図である。

【符号の説明】

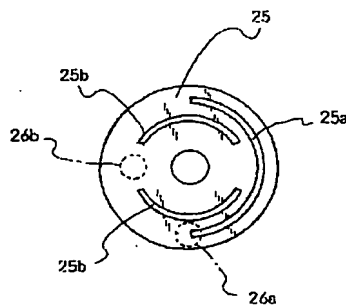
- 1 ハンジング本体
- 2 上ハウジング
- 3 下ハウジング
- 3a 配線用穴
- 4, 33 出力軸
- 5, 27, 34 永久磁石ロータ
- 5a, 27a ロータヨーク

18

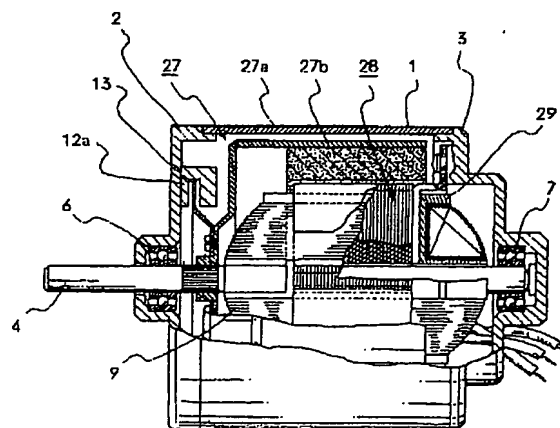
- * 5b, 27b, 35b マグネット
- 6, 7 ベアリング軸受
- 8, 28 ステータコア
- 8a, 28a, 31a, 32a 主コア
- 8b, 28b, 31b, 32b 補助コア
- 9, 37 電機子コイル
- 10 ステータ
- 11, 29, 36 ボビン
- 12, 26a, 26b 光センサ
- 12a 光検出素子
- 13, 30 回転円板
- 13a, 30a, 40a 遮光部
- 13b, 30b 透光部
- 14 起動運転回路
- 15 交流電源
- 16 第1トランジスタ
- 17 第2トランジスタ
- 18 第3トランジスタ
- 19 第4トランジスタ
- 20 整流ブリッジ回路
- 21 同期運転回路
- 22 マイクロコンピュータ
- 23 低電圧電源
- 24 電源周波数検出部
- 25, 40 センサ板
- 25a, 25b, 40b スリット
- 31, 32 ステータヨーク
- 35a マグネット固定部材
- 38 ロータヨーク受け部材
- 30 39 ステータ固定部材

*

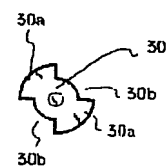
【図5】



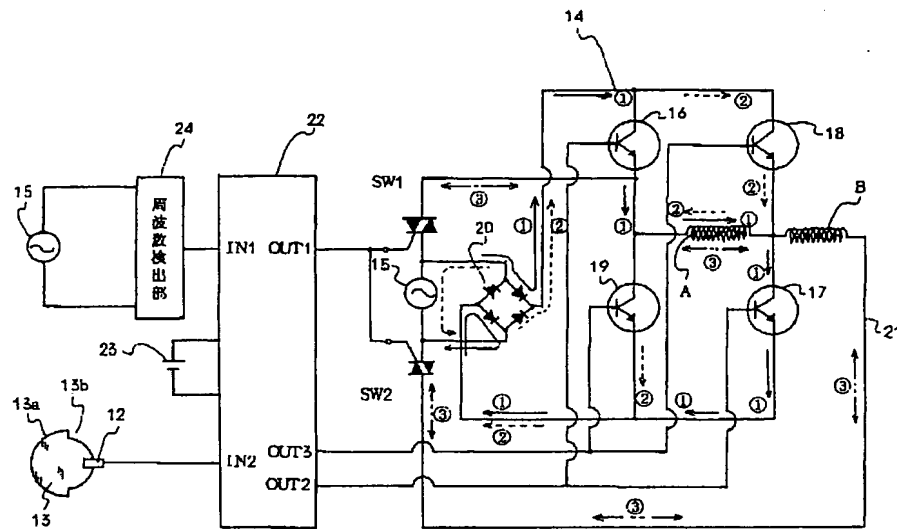
【図7】



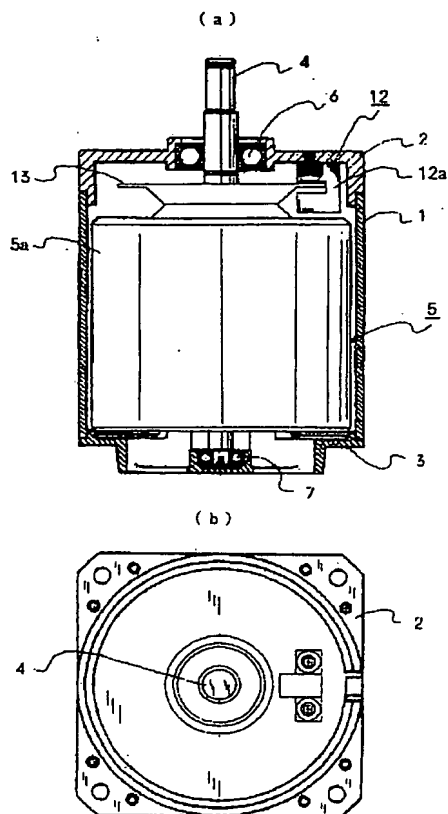
【図9】



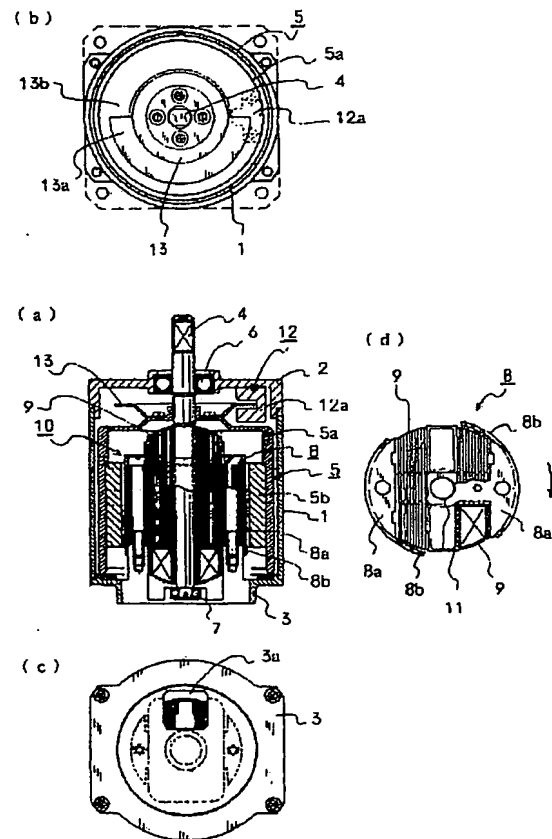
〔図1〕



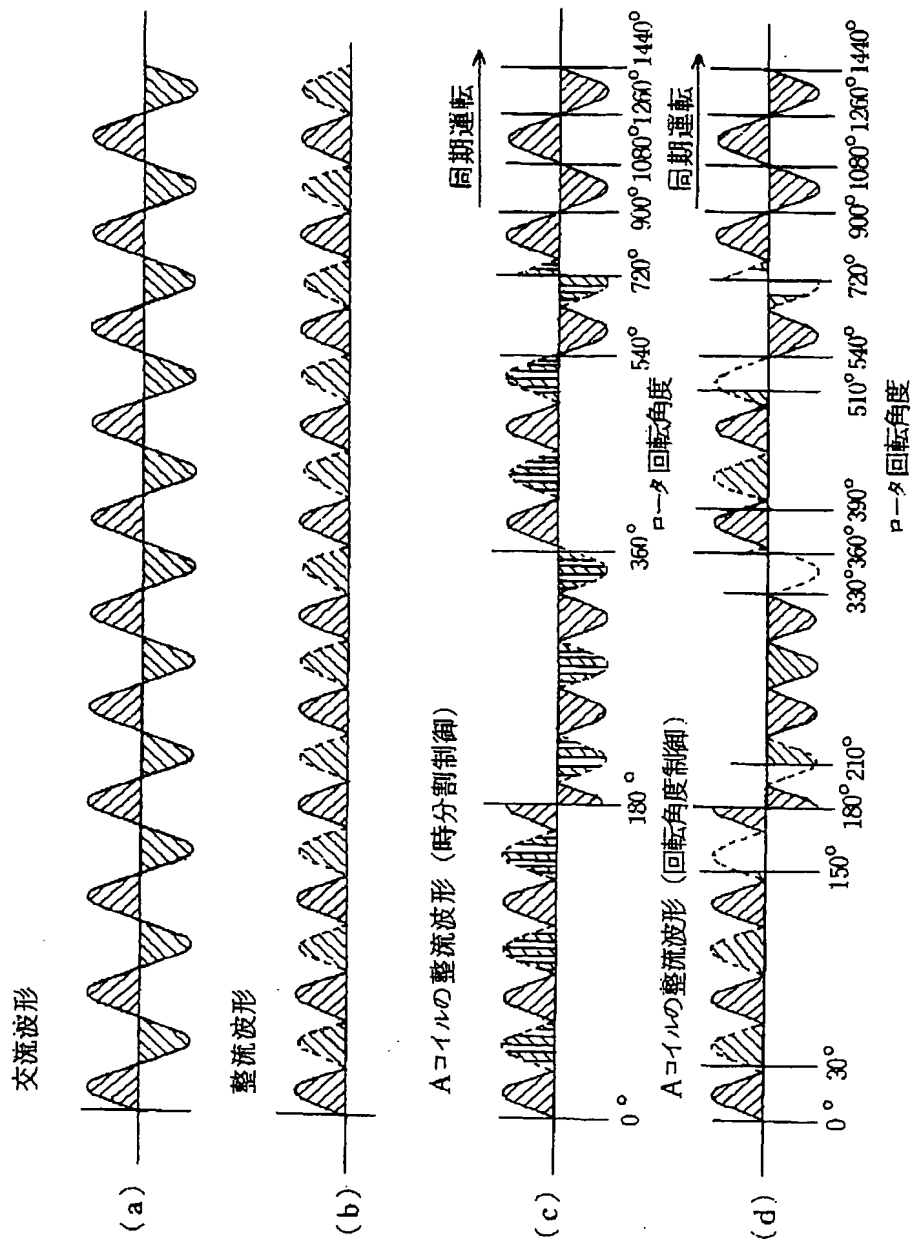
〔図2〕



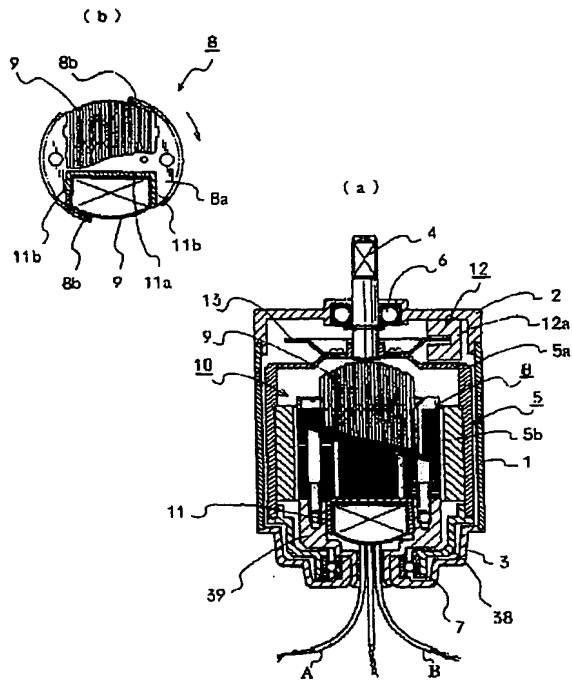
〔図3〕



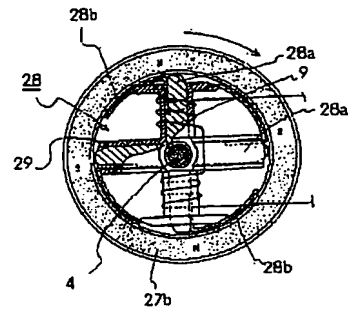
〔図4〕



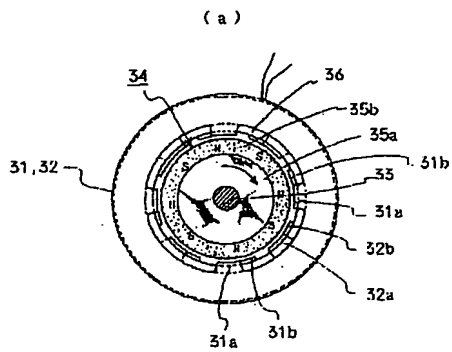
〔図6〕



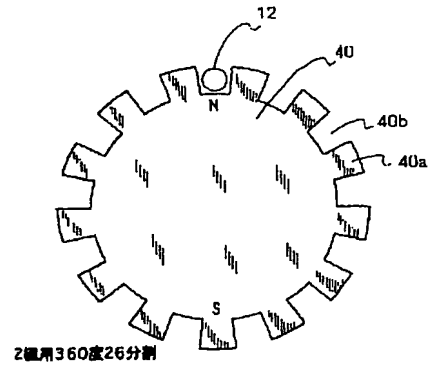
〔図8〕



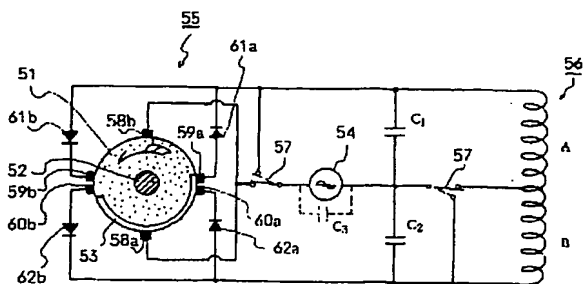
〔図10〕



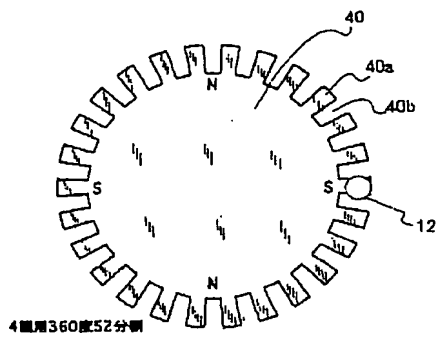
〔図11〕



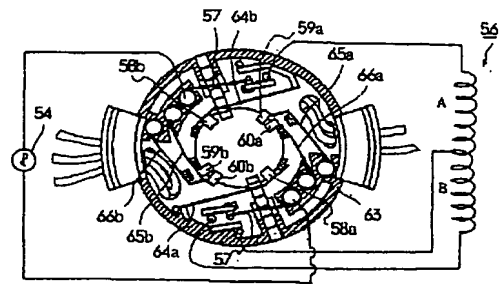
〔図13〕



〔図12〕



〔図14〕



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.